



## 21

**Also published as:**

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

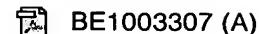
 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)



 BE1003307 (A)

 BE1003307 (A)



⑦1 Anmelder:  
Bayer AG, 5090 Leverkusen, DE

⑦2 Erfinder:  
John, Reiner, 5090 Leverkusen, DE; Söder, Jörg  
Michael, Dipl.-Phys. Dr., 5068 Odenthal, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	33 21 084 A1
DE	32 10 012 A1
DE	31 35 037 A1
DE	29 37 459 A1
DE	25 57 311 A1
DE	87 09 717 U1
GB	12 17 821
US	46 13 140
US	41 65 632

US 33 27 522  
US 24 23 439  
DE-Z: MOOS, K.H.: Sichere Daten dank Mikro-  
prozessoren. In: Plastverarbeiter, 38. Jg., Nr. 9, 1987,  
S. 86-94;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kapillarviskosimeter

Bei dem Kapillarviskosimeter wird mit einer Zahnradpumpe (2) ein konstanter Teilstrom der zu untersuchenden Flüssigkeit durch eine Meßkapillare (1) gefördert. Die Meßkapillare ist mit einem Drucktransmitter (3) versehen, der ein dem Differenzdruck an der Meßkapillare (1) proportionales Meßsignal erzeugt. Die Zahnradpumpe (2) weist eine doppelte Stopfbuchsabdichtung (17, 18; 20, 21) zur Dichtung der Antriebswelle auf, um das Kapillarviskosimeter bei wechselnden Druckbedingungen einzusetzen und darüber hinaus auch die in Chemiebetrieben üblichen Ex-Schutzvorschriften zu erfüllen.

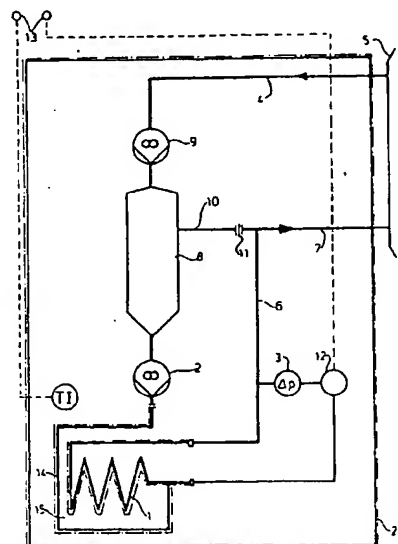


FIG. 1

Die Erfindung betrifft ein Kapillarviskosimeter mit einer Zahnradpumpe konstanter Förderleistung zur Förderung eines Teilstromes der zu untersuchenden Flüssigkeit durch eine Meßkapillare und mit einem Drucktransmitter zur Erzeugung eines dem Differenzdruck an der Meßkapillare und damit der Viskosität proportionalen Meßsignales.

Zur Messung der Viskosität sind verschiedene Geräte auf dem Markt, z.B. Rotations- und Zungenviskosimeter. Bei diesen wird zur Bestimmung der Viskosität die Drehmoment- bzw. Resonanzfrequenzänderung gemessen, die von dem zu untersuchenden Produkt hervorgerufen wird. Der Einsatz dieser Geräte ist jedoch problematisch, wenn die Flüssigkeit zum Verkrusten neigt bzw. wenn bei Produktwechsel Reinigungen notwendig sind.

In der chemischen Industrie werden mit zunehmender Tendenz Produktionen unter Unter- oder Überdruck durchgeführt. Dabei sollten auch on-line Viskositätsmessungen möglich sein.

Die bisher bekannten Kapillarviskosimeter haben den Nachteil, nicht bei wechselnden Druckverhältnissen einsetzbar zu sein. In dem Buch von H. Umstätter, Einführung in die Viskosimetrie und Rheometrie, Springer Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1952, werden verschiedene Typen von Kapillarviskosimetern beschrieben. Dabei handelt es sich jedoch um Laborviskosimeter, die zwar eine hohe Meßgenauigkeit besitzen, aber für Betriebszwecke aufgrund ihres komplizierten Aufbaus und der hohen Störanfälligkeit weniger geeignet sind. Kapillarviskosimeter für den kontinuierlichen Betriebseinsatz bei Über-, Normal- und Unterdruckbedingungen im Reaktionskessel sind bisher nicht bekannt geworden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein robustes Kapillarviskosimeter für den Einsatz in der chemischen Industrie zu schaffen, das bei wechselnden Druckverhältnissen von Unterdruck bis Überdruck einwandfreie Meßwerte liefert und darüber hinaus auch die in Chemiebetrieben üblichen Explosionsschutzvorschriften erfüllt.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs beschriebenen Viskosimeter erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die zur Erzeugung eines konstanten Flüssigkeitsstromes durch die Meßkapillare verwendete Zahnradpumpe eine doppelte Stopfbuchsabdichtung zur Dichtung der Antriebswelle aufweist. Gemäß einer bevorzugten Ausführung sind die Zahnradpumpe und die Meßkapillare in einen Bypass zu einem die zu untersuchende Flüssigkeit enthaltenden Reaktionskessel geschaltet. Durch diesen Bypass wird ständig ein Teilstrom aus dem Reaktionskessel abgezweigt, so daß das Kapillarviskosimeter repräsentative on-line Meßwerte für die Viskosität liefert.

Weiterhin ist der Zahnradpumpe vorteilhaft ein Entgasungsbehälter vorgeschaltet, um die zu untersuchende Flüssigkeit vor der Messung gegebenenfalls zu entgasen.

Eine Weiterentwicklung der Erfindung besteht ferner darin, daß im Bypass vor dem Entgasungsbehälter eine Förderpumpe mit höherer Förderleistung als die Zahnradpumpe für die Speisung der Meßkapillare angeordnet ist und daß vom Entgasungsbehälter eine die Meßkapillare überbrückende Rückflußleitung abzweigt. Aus dem Reaktionskessel wird also ein größerer Mengenstrom abgezweigt als zum Betrieb der Meßkapillare

notwendig ist. In die Rückflußleitung vom Entgasungsbehälter ist vorteilhaft eine Staudüse eingebaut. Sie dient zur Vergleichmäßigung des Flüssigkeitsstromes in die Zahnradpumpe.

Durch die Erfindung wird ein robustes und zuverlässig arbeitendes Betriebsviskosimeter geschaffen. Die spezielle Modifizierung der für die Erzeugung des Meßflüssigkeitsstromes verwendeten Zahnradpumpe war dabei eine wichtige apparative Voraussetzung für die Verfügbarkeit, Betriebssicherheit und Reproduzierbarkeit der Meßanordnung bei unterschiedlichen Druckbedingungen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 ein Fließbild des Kapillarviskosimeters und Fig. 2 die Wellenabdichtung der für die Erzeugung des Meßflüssigkeitsstromes dienenden Zahnradpumpe.

Die wesentlichen Bestandteile des Kapillarviskosimeters gemäß Fig. 1 sind eine thermostatisierte Meßkapillare 1, eine Zahnradpumpe 2 mit konstanter Förderleistung und ein Drucktransmitter 3 zur Messung des Druckabfalles an der Meßkapillare 1 bei strömender Flüssigkeit. Das Kapillarviskosimeter 1, 2, 3 ist über eine Produktentnahmeleitung 4 an einen Reaktionskessel 5 angeschlossen, der die zu untersuchende Flüssigkeit enthält. Über die Leitungen 6 und 7 fließt die durch die Meßkapillare 1 strömende Flüssigkeit in den Reaktionskessel 5 zurück. Der Zahnradpumpe 2 ist ein Entgasungsbehälter 8 vorgeschaltet. Er dient einerseits als Puffervolumen und andererseits zur Entgasung von blasenbildenden Meßflüssigkeiten. Zur Förderung der Meßflüssigkeit vom Reaktionskessel 5 durch die Produktentnahmeleitung 4 in den Entgasungsbehälter 8 kann zusätzlich eine Zubringerpumpe 9 eingebaut werden, die eine größere Förderleistung hat als die Zahnradpumpe 2. Die Meßkapillare 1 wird also durch die Zahnradpumpe 2 nur mit einem Teil der Meßflüssigkeit beaufschlagt, während der andere Teil durch eine am Entgasungsbehälter 8 angebrachte Rückflußleitung 10 zum Kessel 5 zurückströmt. Der Strömungswiderstand in der Rückflußleitung 10 kann durch eine einstellbare Drossel (Staudüse) 11 variiert werden. Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß man bei hochviskosen Flüssigkeiten die Fördereigenschaften der Zubringerpumpe 9 verbessern kann, wenn der Strömungswiderstand in der Rückflußleitung 10 erhöht wird. Die Zubringerpumpe 9 muß dann gegen einen höheren Druck arbeiten, was sich im Hinblick auf eine kontinuierliche und reproduzierbare Produktförderung aus dem Reaktionskessel 5 erfahrungsgemäß günstig auswirkt. Voraussetzung für diese Maßnahme ist die Überbrückung des im Bypass liegenden Viskosimeters 1, 2, 3 durch die Rückflußleitung 10, die den Bypass in zwei Teilkreisläufe unterteilt.

Die Meßwertbildung erfolgt mit Hilfe eines mit dem Differenzdrucktransmitter 3 verbundenen Meßumformers 12. Der Meßwert kann an den Ausgangsklemmen 13 abgefragt werden. Der Meßbereich des Viskosimeters kann in weiten Grenzen durch Änderung der Meßkapillarenabmessungen und des Fördervolumens angepaßt werden. Aus dem Druckabfall bei konstanter Förderleistung läßt sich bei einem Kapillarviskosimeter nach der Gleichung von Hagen-Poiseulle die Viskosität berechnen. Mit Hilfe von Flüssigkeiten bekannter Viskosität kann das Kapillarviskosimeter kalibriert werden, so daß auch die Möglichkeit besteht, den Meßwert in absoluten Einheiten (mPas) auszugeben.

Wesentlich für die Meßgenauigkeit ist die Konstanz

der Produkttemperatur während der Messung. Zur Anpassung der Produkttemperatur an die jeweils gewünschte (konstante) Meßtemperatur durchströmt die Flüssigkeit nach dem Austritt aus der Zahnrادpumpe 2 ein Vorwärmerrohr 14, das sich zusammen mit der Meßkapillare 1 in einem Thermostatbehälter 15 befindet. Dadurch ist eine Viskositätsbestimmung unter gleichen, konstanten Temperaturbedingungen unabhängig von der Produkttemperatur im Kessel 5 gewährleistet.

Als Zubringerpumpe 9 und Meßpumpe 2 werden kommerzielle Zahnrادpumpen verwendet, die nachträglich mit einer doppelten Stopfbuchsenverschraubung versehen wurden. Eine derartige Abdichtung ist in Fig. 2 schematisch dargestellt.

Diese sorgfältige Abdichtung der Pumpenwelle 16 gegenüber der Förderkammer der Zahnrادpumpe ist erforderlich, wenn das Kapillarviskosimeter nicht nur bei Atmosphärendruck, sondern auch bei Überdruck oder Unterdruck einwandfrei arbeiten soll. Mittels des Druckrings 17 und des Spanngehäuses 22 kann der Anpreßdruck der ersten Stopfbuchspackung 18 und mittels der Spannmutter 20 der Anpreßdruck der zweiten Stopfbuchspackung 21 nachgestellt werden. Als Material für die Stopfbuchspackungen 18 und 21 wird Polytetrafluorethylen verwendet. Die beiden Stopfbuchspackungen sind in einem gemeinsamen Spanngehäuse 22 angeordnet. Zwischen den beiden Stopfbuchspackungen 18 und 21 befindet sich eine Druckausgleichskammer 23, die mit der Zuleitung für die Meßflüssigkeit in Verbindung steht. Mit 24 ist das Gehäuse der Zahnrادpumpe bezeichnet. Die doppelte Stopfbuchsen-Verschraubung arbeitet ohne Sperrflüssigkeit und ohne Niveauausgleich mit dem Reaktionskessel 5. Die Nachdichtung der Welle 16 erfolgt in einfacher Weise durch Nachziehen der Spannmutter 20 bzw. des Druckrings 17. Bei Überdruck im Reaktionskessel 5 und bei Meßflüssigkeiten mit relativ geringer Viskosität kann auf die Zubringerpumpe 9 unter Umständen verzichtet werden.

Um auch Produkte mit Erstarrungstemperaturen oberhalb der Umgebungstemperatur messen zu können, sind sämtliche Bauteile des Viskosimeters auf einer beheizbaren Rückwand 25 angebracht, so daß alle produktführenden Teile während der Messung auf einer Temperatur oberhalb der Erstarrungstemperatur gehalten werden können.

#### Patentansprüche

1. Kapillarviskosimeter mit einer Zahnrادpumpe (2) konstanter Förderleistung zur Förderung eines Teilstromes der zu untersuchenden Flüssigkeit durch eine Meßkapillare (1) und mit einem Drucktransmitter (3) zur Erzeugung eines dem Differenzdruck an der Meßkapillare (1) und damit der Viskosität proportionalen Meßsignales, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnrادpumpe eine doppelte Stopfbuchsabdichtung (17, 18; 20, 21) zur Dichtung der Antriebswelle (16) aufweist.
2. Kapillarviskosimeter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Zahnrادpumpe (2) und Meßkapillare (1) in einem Bypass zu einem die zu untersuchende Flüssigkeit enthaltenden Reaktionskessel (5) geschaltet sind.
3. Kapillarviskosimeter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zahnrادpumpe (2) ein Entgasungsbehälter (8) vorgeschaltet ist.
4. Kapillarviskosimeter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Bypass vor dem Entgasungsbehälter (8) eine Förderpumpe (9) mit höherer Förderleistung als die Zahnrادpumpe (2) angeordnet ist und daß vom Entgasungsbehälter (8) eine die Meßkapillare (1) überbrückende Rückflußleitung (10) abzweigt.

5. Kapillarviskosimeter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in die Rückflußleitung (10) eine einstellbare Drossel (11) eingebaut ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

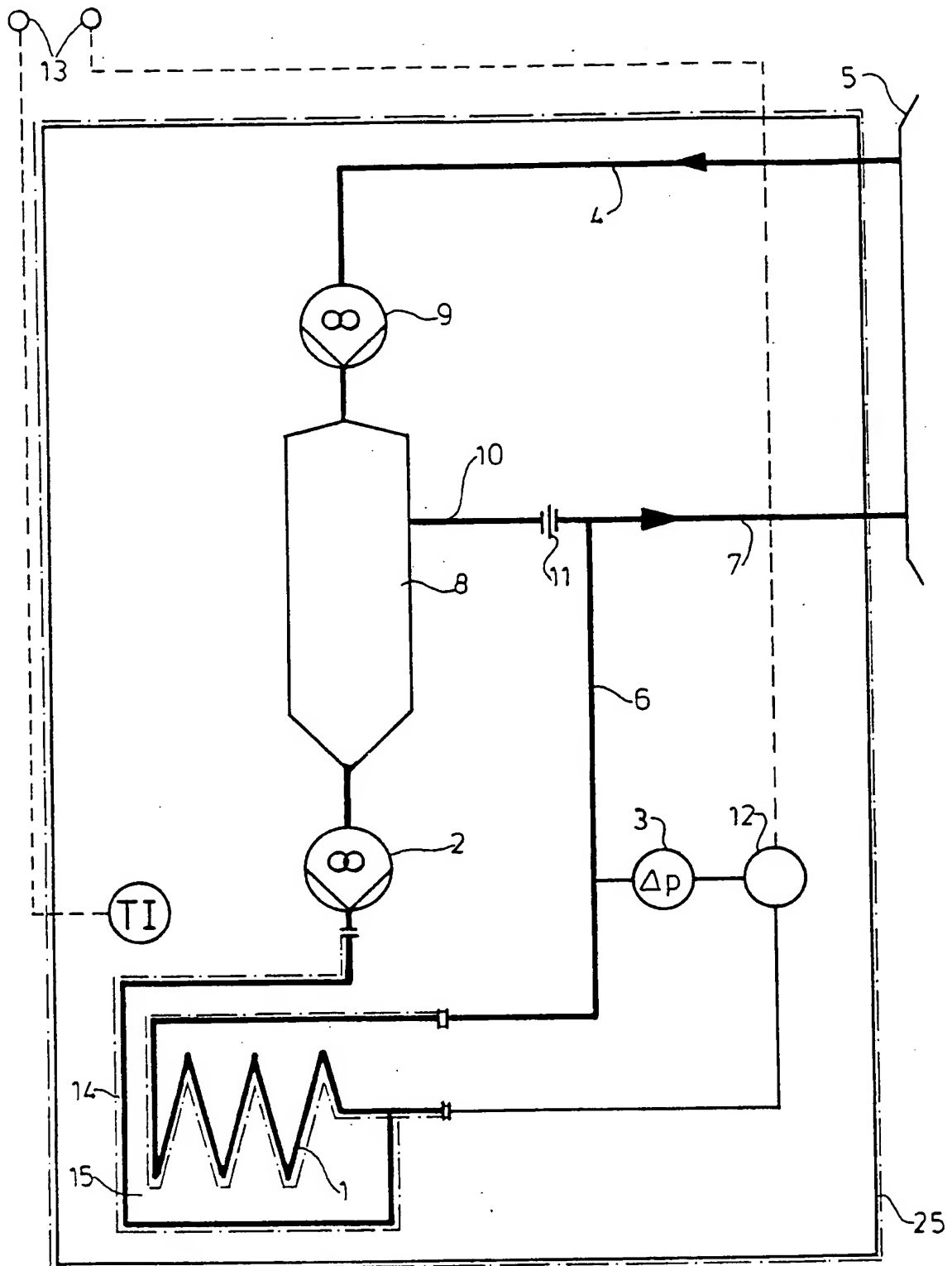


FIG. 1

